

*Annales du Bureau central météorologique de France*, 1882, t. II, et 1883, t. I, III et IV.

*Bulletin de l'Académie d'Hippone*, n° 21, fasc. 4.

Par le Ministère de l'Instruction publique :

*Codex medicamentarius*. — Pharmacopée française, 1884.

*Mémoires de l'Académie de Stanislas*, 135<sup>e</sup> année (1884).

*Bulletin de la Société scientifique d'Angers*, 14<sup>e</sup> année (1884).

Baillon, *Histoire des plantes*, t. VIII.

M. le Président donne lecture d'une lettre que lui a adressée M. Hébert, professeur de géologie à la Faculté des sciences de Paris, pour le prier d'inviter les membres de la Société botanique de France à prendre part à une souscription qui a pour but d'élever un monument à la mémoire de l'éminent botaniste et géologue suisse, Oswald Heer, récemment décédé.

M. Belzung fait à la Société la communication suivante :

NOTE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'AMIDON DANS LES PLANTULES GERMANT  
A L'OBSCURITÉ, par **M. Ernest BELZUNG**.

On sait que, pendant la germination des graines, il se forme dans les jeunes plantes, surtout dans la tige, une certaine quantité d'amidon. Les recherches dont il s'agit ici sont relatives à des germinations faites à l'obscurité; l'amidon apparaît aussi bien à l'obscurité qu'à la lumière.

J'ai voulu rechercher si l'amidon formé dans ces conditions se développe suivant l'un des deux modes généraux indiqués par F. A. W. Schimper (1) : le mode exogène, c'est-à-dire la formation des grains d'amidon à la surface des leucites, ou le mode endogène, c'est-à-dire la formation des grains d'amidon dans l'intérieur des leucites.

Toutes les plantules que j'ai pu étudier jusqu'aujourd'hui présentent une grande uniformité dans le développement de l'amidon, quelle que soit d'ailleurs la nature de la réserve des graines : la formation est endogène. Suivons, par exemple, le développement de l'amidon dans le Lupin (*Lupinus albus*), après une dizaine de jours de germination; la plantule, à ce moment, a une longueur d'environ 5 ou 6 centimètres. Des coupes faites vers le milieu de l'axe montrent, dans le parenchyme cortical et central, une très notable quantité d'amidon, ce qui peut paraître surprenant, si l'on se rappelle que la réserve des cotylédons consiste essentiellement

(1) F. A. W. Schimper, *Bot. Zeit.* 1880.

en aleurone, substance à laquelle s'ajoute une quantité négligeable d'amidon (cette dernière est même nulle dans les graines arrivées à maturité), et en outre, ainsi que l'a montré M. Van Tieghem, une très petite quantité de saccharose.

Si nous étudions le méristème terminal de la jeune racine, voici ce que nous observerons dans les cellules : Toute la cavité, limitée par une membrane cellulosique mince, polyédrique, est remplie d'un protoplasma finement granuleux, renfermant lui-même un noyau très volumineux, pourvu d'un ou plusieurs nucléoles. Tout le contenu jaunit fortement par l'eau iodée. On ne tarde pas à voir se différencier dans ce protoplasma des granules plus gros que les granules protoplasmiques et qui en dérivent vraisemblablement : ce sont les leucites amylogènes. Il s'en forme, en moyenne, de dix à vingt par cellule. Au moyen de la solution aqueuse d'iode, il est facile de les distinguer, car en général, dès le début de leur différenciation, ils produisent de l'amidon : on voit ainsi la leucite bleuir partiellement par ce réactif. Il est rare qu'on puisse observer des leucites nettement différenciés, sans amidon dans leur intérieur. Une fois les leucites formés dans la cellule, ils ne se multiplient pas dans la suite du développement, l'amidon les envahissant très rapidement. Les granules amyacés se forment dans le leucite en nombre variable, rarement un seul, souvent trois, quatre, cinq et même davantage ; dans l'eau iodée, le leucite sphérique montre alors autant de points colorés en bleu dans sa masse albuminoïde, laquelle prend une teinte jaune par le même réactif. A partir de ce moment, le leucite et l'amidon grandissent simultanément et, au bout de quelques jours, arrivent au terme de leur croissance. Les plus grands leucites ont alors le tiers ou le quart de la taille du noyau de la cellule, et généralement ils sont groupés tout autour de lui dans le protoplasma circumnucléaire ; quelques autres sont épars dans le protoplasma du reste de la cellule. Les grains d'amidon ont alors envahi complètement le leucite, dont il ne reste plus qu'une très mince couche périphérique, recouvrant les grains d'amidon.

Généralement ces granules amyacés, libres dans le leucite, trop petits pour que la différenciation des couches ait pu s'opérer, restent sans ordre bien défini, mais quelquefois ils prennent une disposition rayonnée régulière ; on l'observe déjà dans le Lupin, mais elle est surtout remarquable dans les jeunes plantules de Haricot, dans le *Phaseolus multiflorus*, par exemple, où les grains d'amidon coniques sont disposés radialement autour du centre du leucite, la pointe vers le centre ; quelquefois le centre du leucite est lui-même occupé par un grain d'amidon, etc.

A la fin de leur croissance, les granules amyacés peuvent se dissocier ou se fusionner. Dans le premier cas, à la suite de la rupture de l'enveloppe du leucite, ils se répandent dans la cellule ; alors il ne faut pas les

considérer comme des grains d'amidon extrêmement petits, développés directement et isolément dans le protoplasma, sans l'intervention des leucites. Dans le deuxième cas, une fois le leucite complètement résorbé, les grains se soudent pour donner un grain en apparence unique, ce cas s'observe dans le Ricin, le Pin pignon, etc.

La quantité d'amidon des jeunes plantules est variable, surtout suivant la nature des substances de réserve renfermées dans les cotylédons ou l'albumen des graines, et aussi, sans doute, suivant l'accélération propre de la croissance à l'obscurité. Mais il ne faudrait pas croire que les plantules les plus riches en amidon soient précisément celles dont les graines en présentent le plus dans leurs matières de réserve; généralement même les graines amylicées renferment relativement très peu d'amidon dans leur jeune tige ou leur jeune racine: par exemple, le Pois, la Fève, la Gesse, la Vesce, etc. Cependant le Haricot en présente abondamment.

Au contraire les graines pourvues surtout de matières albuminoïdes, les Lupins, par exemple, dont la réserve est presque exclusivement aleurique, forment une bien plus grande quantité d'amidon pendant la germination.

Enfin, les graines renfermant à la fois des albuminoïdes et des matières grasses, le Ricin, le Pin pignon, par exemple, sont celles qui me semblent présenter la plus grande quantité d'amidon dans leurs plantules, bien que n'en ayant pas dans leurs réserves. Ainsi une coupe de tige de Ricin noircit rapidement dans l'eau iodée, son parenchyme étant gorgé de matière amylicée.

L'amidon se localise de préférence dans l'endoderme, qui en est rempli, dans les couches voisines de l'écorce et dans la moelle; l'écorce extérieure en renferme beaucoup moins, et les leucites y sont restés plus petits.

Des recherches que j'ai pu faire jusqu'ici sur les plantules développées à l'obscurité, il résulte donc les faits suivants:

1° L'amidon se développe toujours dans l'intérieur de leucites, et y apparaît très peu de temps après leur différenciation dans le protoplasma.

2° Quelle que soit la plantule, l'aspect, la forme plus ou moins nettement sphérique, la taille des leucites complètement développés sont sensiblement les mêmes.

3° Les leucites une fois différenciés ne se divisent pas; ils acquièrent rapidement une taille très limitée, qu'ils ne dépassent plus.

4° A plus forte raison, les granules d'amidon qui envahissent le leucite aux dépens de sa matière albuminoïde constitutive restent-ils toujours extrêmement petits; ils n'approchent jamais de la taille des grains d'amidon de réserve des graines, quand ces derniers existent (Haricot, Pois).

5° Les graines riches en amidon ne sont pas celles dont les plantules en renferment le plus. De plus les deux sortes de grains d'amidon ont un mode de développement différent. Il ne peut donc pas être question ici d'un simple transport, dans la plantule, de la matière amylicée renfermée dans les cotylédons ou l'albumen.

6° L'amidon est abondant dans les plantules provenant des graines riches en albuminoïdes (Lupin) ou en albuminoïdes et matières grasses (Ricin).

7° J'ajouterai que, lorsqu'on expose à la lumière une plantule développée à l'obscurité, la matière verte se fixe d'abord sur les leucites amylogènes. Il se forme ainsi des sortes de chloroleucites, mais remplis d'amidon avant l'apparition de la chlorophylle.

Il me reste maintenant, tout en étendant les observations précédentes, à rechercher expérimentalement l'origine physiologique de cet amidon. Il est vraisemblable d'admettre que cette origine est une, que l'amidon est dû à la même cause, quelle que soit la nature de la réserve des graines. Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus s'appliqueront sans doute aussi à l'amidon des chloroleucites, avec lesquels les leucites incolores de nos plantules ont les plus grandes analogies, pour ce qui est du développement de l'amidon dans leur intérieur. En effet, aussi bien dans les grains de chlorophylle que dans les leucites incolores précédents, l'amidon grandit au détriment de la substance albuminoïde du leucite, jusqu'à résorption complète de cette dernière : il ne représente donc pas simplement le dépôt, au sein du leucite, d'une substance venue de l'extérieur. Car pourquoi le leucite disparaît-il au fur et à mesure que l'amidon s'y produit, jusqu'à ne plus laisser aucune trace ? On peut observer ce cas de résorption complète de leucite, non seulement dans les leucites incolores des jeunes plantules, mais encore fréquemment dans les grains de chlorophylle, par exemple dans le péricarpe des fruits, dans le tégument des ovules en voie de développement. Ainsi, dans le péricarpe de la fève, non seulement l'amidon envahit complètement le grain de chlorophylle, mais il forme, en définitive, à ses dépens, un grain deux ou trois fois plus gros que lui, semblable aux grains d'amidon des cotylédons complètement développés. (Notons qu'à ce moment les grains de chlorophylle des feuilles ne renferment que quelques grains très fins de matière amylicée.)

Il semble donc que ce soit la substance albuminoïde du leucite qui, sous certaines actions, se dédouble pour donner naissance à d'autres substances, en particulier aux petits granules d'amidon qu'elle contient. Or, si l'on se rappelle que le développement du fruit, de même que celui de la plantule, sont accompagnés d'une forte absorption d'oxygène, il y aurait peut-être lieu d'attribuer la formation de l'amidon dans l'in-

térieur des leucites, au moins dans les leucites incolores, à un dédoublement de leur substance albuminoïde, sous l'influence de l'oxygène. C'est ce point que je me propose d'élucider expérimentalement.

Il faudra rechercher ensuite le rôle du leucite dans le cas de formation exogène du grain d'amidon (*Phajus...*), car ce rôle, dans l'état actuel de la science, est passablement problématique. Comment expliquer en effet qu'un leucite sphérique (*Iris*) ou en forme de baguette (*Phajus*), dont la taille ne change pas à partir d'une certaine phase du développement, puisse donner naissance à un grain d'amidon cinq, dix fois plus gros que lui? — Le grain d'amidon formé ainsi sur un leucite qui, en apparence du moins, ne se résorbe pas, est toujours un grain volumineux, généralement simple, à couches concentriques différenciées, qui n'a rien de comparable avec les granules de tout à l'heure, groupés dans l'intérieur de leucites incolores ou de grains de chlorophylle.

Ce n'est pas que tous les gros grains d'amidon naissent à la surface des leucites. Ainsi, dans les cotylédons de certaines Légumineuses (*Haricot, Fève...*), l'amidon de réserve se développe dans les leucites ovales ou fusiformes, verdâtres. Chaque leucite renferme un ou plusieurs grains d'amidon, souvent en forme de petites baguettes à l'origine. L'amidon résorbe peu à peu le leucite; si ce dernier renferme plusieurs grains amylicés, ils ne tardent pas à se souder en un seul. Mais ultérieurement, alors qu'il semble n'y avoir plus trace du leucite primitif, le développement de l'amidon continue, les couches concentriques se différencient, et finalement se trouvent constitués les gros grains d'amidon de réserve des cotylédons, très différents de ceux que présentent les plantules des mêmes graines.

On peut ainsi distinguer, dans l'ensemble, trois sortes d'amidon, qui ont peut-être une origine physiologique différente :

1° Amidon formé dans des leucites incolores ou verts, avec résorption de la substance des leucites, mais sans croissance ultérieure appréciable (plantules, feuilles). Ces grains sont toujours très petits.

2° Amidon formé dans des leucites incolores ou verts, avec résorption complète des leucites, mais avec croissance ultérieure (cotylédons de la Fève, du Haricot).

3° Amidon formé à la surface des leucites, sans résorption apparente des leucites (*Phajus*).

Les deux dernières espèces comprennent généralement des grains de grande taille, avec couches concentriques différenciées.

M. Bonnier demande à M. Belzung s'il a eu l'occasion d'étudier le mode de formation des leucites, et s'il a constaté que ces petits corps seraient permanents, comme on l'a dit, dans le protoplasma.

M. Belzung répond que les leucites se forment au sein du protoplasma ; il est d'ailleurs difficile d'étudier leur genèse, parce qu'on peut les confondre avec les granulations du protoplasma.

M. Van Tieghem fait remarquer qu'il existe une analogie entre le mode de formation de l'amidon aux dépens des leucites et le mode de formation de la membrane cellulosique aux dépens de la membrane azotée. La membrane cellulosique se forme au lieu et place de la membrane albuminoïde, comme l'amidon se substitue peu à peu à la substance des leucites ; et si la membrane azotée conserve son épaisseur en produisant le revêtement de cellulose, c'est parce qu'elle se reconstitue vers l'intérieur aux dépens du protoplasma, au fur et à mesure que certains de ses matériaux sont employés vers l'extérieur à former de la cellulose.

M. Roze fait hommage à la Société, au nom de M. Richon et au sien, de la 1<sup>re</sup> livraison de leur ouvrage intitulé : *Atlas des Champignons comestibles et vénéneux de la France et des pays circonvoisins*, et s'exprime en ces termes :

Pendant les sessions mycologiques que la Société a tenues en 1876 et 1877, des expositions avaient mis sous les yeux du public des Champignons en nature ou reproduits par le coloris. Nos confrères doivent se rappeler qu'ils y avaient remarqué un assez grand nombre d'aquarelles peintes par M. Richon et représentant une série d'espèces comestibles à côté d'une autre série d'espèces dangereuses. Depuis lors M. Richon avait ajouté beaucoup d'autres types à sa collection d'iconographies. C'est dans cette collection qu'ont été choisies les 210 espèces que M. Octave Doin, éditeur, fait tirer en couleur par les nouveaux procédés chromozincographiques, et ensuite retoucher au pinceau. M. Richon s'étant reposé sur moi du soin de préparer un texte explicatif destiné à accompagner les 72 planches de cet Atlas, j'ai pensé que les espèces dont il s'agissait de donner la description présentaient un assez grand intérêt en ce sens que certaines d'entre elles étaient de véritables espèces historiques et qu'elles étaient intimement liées au progrès de la mycologie. J'ai donc rédigé mon texte de façon à présenter d'abord une histoire générale des Champignons supérieurs depuis l'antiquité jusqu'à nos jours, en y ajoutant l'exposé de nos connaissances actuelles sur leur organisation et leurs propriétés alimentaires ou toxiques, et à faire suivre cette histoire générale de l'histoire particulière de chacune des espèces figurées dans la partie iconographique de l'ouvrage. Ce travail histo-